Edison5

Edison5 is een 3D-omgeving waarin u schakelingen bouwt, simuleert en test. Het programma bevat tientallen realistische afbeeldingen van elektronische componenten die u met de muis naar uw virtueel tafelblad of breadboard sleept en met elkaar verbindt. Nadien kunt u meetapparatuur toevoegen en uw schakeling in real time uittesten en meten.

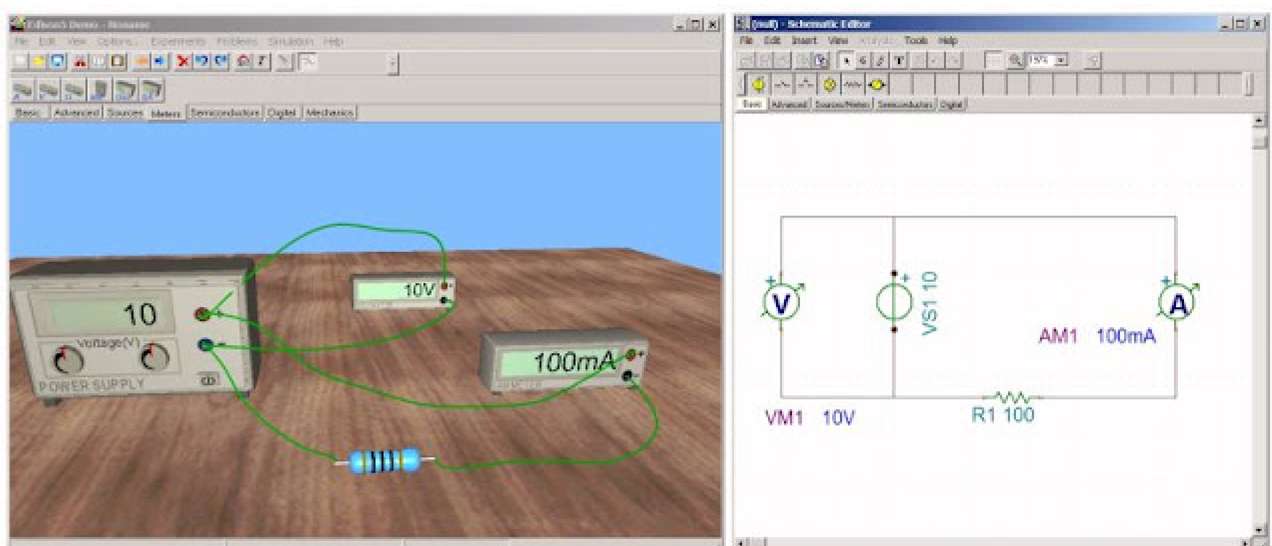
Auteur: Jos Verstraten, Landgraaf, Nederland
Email: josverstraten@live.nl

Publicatiedatum: 16-07-2017

Kennismaking met Edison5

Een goedkoop programma met heel veel mogelijkheden
Edison5 wordt op de markt gebracht door DesignSoft uit Budapest. De volledige versie kost € 150,00. Er wordt een 'Students version' aangeboden met beperkte mogelijkheden die echter slechts € 49,00 kost. Tot slot kunt u ook een gratis kennismakingsversie downloaden, die één maand blijft werken, maar die nogal wat beperkingen heeft, zoals de onmogelijkheid om eigen projecten op te slaan. Tóch is ook deze versie uitstekend bruikbaar om te beoordelen of dit programma iets voor u kan betekenen.

Eenvoudige schema's op uw virtueel tafelblad
Edison5 start met twee vensters. Het linker bevat een nu nog leeg virtueel tafelblad, waar u een schema onderdeel na onderdeel in een driedimensionale voorstelling kunt opbouwen, met écht lijkende onderdelen. Eenvoudige schema's, zoals onderstaande demonstratie van de wet van Ohm, bouwt u met Edison5 in een paar minuten op door een weerstand met de muis naar dit tafelblad te slepen. Nadien voegt u een voeding en twee meters toe. Tot slot legt u met de muis de bedrading tussen de onderdelen. De meters geven onmiddellijk de juiste meetwaarden in de schakeling aan. In dit voorbeeld wordt de stroom gemeten die een spanning van 10 V door een weerstand van 100 Ω stuurt. De uitgangsspanning van de voeding is uiteraard in te stellen door met de muis links en recht op de knoppen te klikken.

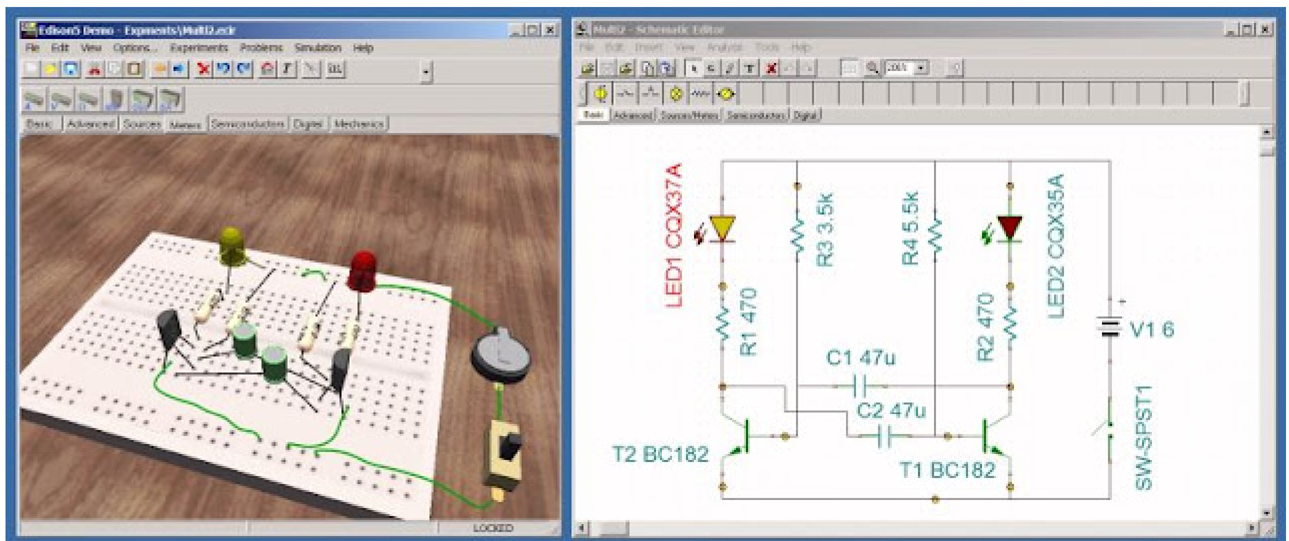


Een snelle demonstratie van de wet van Ohm. (© 2017 Jos Verstraten)

De automatische 'Schematic Analyser'
Terwijl u op uw virtueel tafelblad uw schakeling driedimensionaal opbouwt, stelt de 'Schematic Analyser' in het rechter venster volledig automatisch het schema van uw schakeling samen. Uiteraard kunt u dit schema nadien editen. Dat is wel noodzakelijk, want het programma heeft duidelijk geen kaas gegeten van onderdelen netjes uitlijnen in een schema. Als u een onderdeel verplaatst, worden de verbindingen van dit onderdeel met de rest van de schakeling automatisch herstelt, het zogenaamde 'rubber banding'.

Weergave draaien in alle richtingen
Het unieke van dit programma is dat u met de muis uw virtueel tafelblad in alle richtingen kunt draaien, zodat u een bovenaanzicht, achteraanzicht of zijaanzicht in het linker venster krijgt.

Schema's op virtueel breadboard
Voor ingewikkelder schema's kunt u gebruik maken van het in Edison5 aanwezige virtueel breadboard. U sleept de onderdelen uit de voorraad naar het breadboard, u ziet de aansluitdraden van de componenten van gaatje naar gaatje springen. Met één klik van de muis fixeert u de onderdelen op de plaats waar u ze wilt hebben. Nadien kunt u de aansluitdraden met de muis verplaatsen naar andere gaatjes in het breadboard als u dat beter uitkomt.



Een astabiele multivibrator op uw virtueel breadboard. (© 2017 Jos Verstraten)

Uw schakeling werkt écht!
De astabiele multivibrator wordt door middel van een schuifschakelaartje met de voedingsbatterij verbonden. Klik met de linker muisknop op deze schakelaar. Het schema wordt actief en u ziet de twee LED'jes afwisselend oplichten met de door de waarde van de componenten voorgeschreven frequentie.

De aanwezige onderdelen

Een goed gevuld onderdelenmagazijn
Edison5 bevat alle standaard elektronische onderdelen, waarmee u vrijwel iedere analoge of digitale basisschakeling kunt samenstellen:

- Enkelvoudige schakelaar.
- Omschakelaar.
- Drukknop.
- Relais met omschakelcontact.
- Motor.

- Diverse batterijen.
- Vaste weerstand.
- Draaipotentiometer.
- Schuifpotentiometer.
- Condensator
- Spoel.
- Luidspreker.
- Diode.
- LED, rood, groen en geel.
- Gloeilampje.
- Zekering.
- Bipolaire NPN en PNP transistor.
- MOSFET N- en P-type.
- Operationele versterker 741.
- Timer 555.
- Logische poorten AND, OR, NAND, NOR, NOT, XOR.
- Flip-flop's van het type D, JK en latch.
- PIC-controller

Opmerkelijk is dat de vormgeving van de IC's automatisch verandert als u het breadboard inschakelt. De platte voorstelling, ideaal voor ontwerpen op uw virtueel tafelblad, verandert dan in échte DIL-IC's.



De beschikbare onderdelen hebben een fotorealistische weergave. (© 2017 Jos Verstraten)

De onderdelen werken écht
Alle onderdelen werken net als hun echte soortgenoten:

- U kunt schakelaars en potentiometers met de muis bedienen.
- Als er stroom door een lampje of een LED vloeit gaat dit onderdeel licht uitstralen, waarvan de intensiteit afhankelijk is van de spanning over het onderdeel.
- Als u een te hoge spanning over een lampje zet, brandt de gloeidraad door.
- Als er te veel stroom door een zekering vloeit gaat dit onderdeel defect.
- De luidspreker geeft via de luidspreker van uw PC geluid.
- Als er stroom door de relaisspoel vloeit ziet u het contact schakelen.
- Motoren gaan draaien als zij onder spanning worden gezet.

Parameters van onderdelen instellen voor beginners
Als u op uw virtueel tafelblad of breadboard dubbelklikt op een onderdeel, kunt u de basiseigenschappen van de onderdelen instellen, zoals:

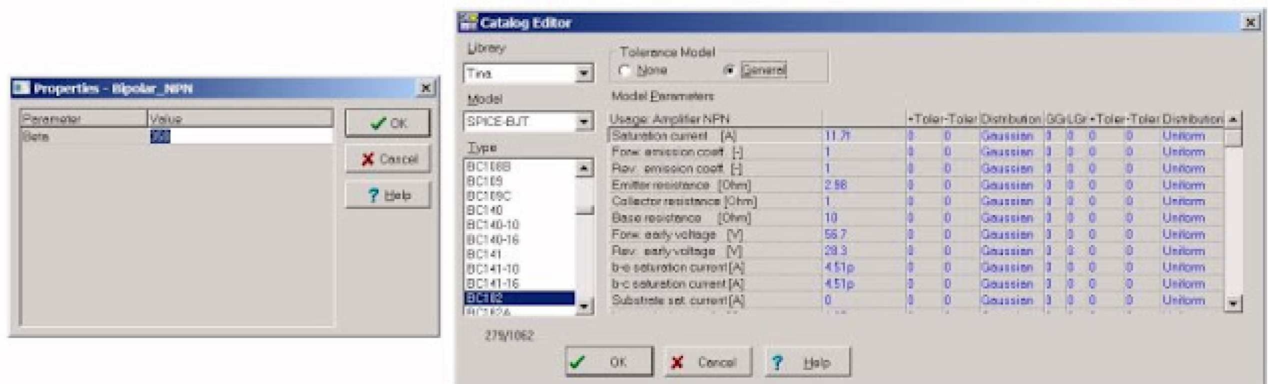
- De stroomversterking van transistoren.
- De waarde en tolerantie van weerstanden.
- De spoelspanning van relais.
- De spanning van batterijen.

Deze optie is duidelijk bedoeld voor beginnelingen, die nog niet veel van elektronica afweten. Zij worden niet in verwarring gebracht door allerlei ingewikkelde parameters.

Parameters van onderdelen instellen voor gevorderden
Dubbelklikt u echter in de 'Schematic Analyser' op hetzelfde onderdeel, dan kunt u vrijwel alle parameters van het SPICE-model instellen, zoals:

- Temperatuurscoëfficiënten.
- Inwendige weerstanden.
- Grensfrequenties.
- Contactweerstanden.
- Vertragingen.

Het is duidelijk dat deze optie alleen geschikt is voor gevorderde elektronici, als u nog niet veel van elektronica afweet zullen zelfs de namen van de meeste parameters u immers niets zeggen.



Het instellen van de parameters van een transistor voor beginners en gevorderden.
(© 2017 Jos Verstraten)

Toleranties instellen
Alle specificaties van een elektronisch onderdeel hebben in het echte leven afwijkingen of toleranties. Als u de stroomversterking van een specifieke transistor meet als 456, dan zult u vaststellen dat vrijwel alle andere exemplaren van dit type een andere stroomversterking hebben. Interessant is dat u in het bovenstaande venster ook dit kunt simuleren door het instellen van een tolerantie-model. Als u deze optie aanvinkt kunt u van iedere parameter niet alleen de gewenste waarde instellen, maar ook de maximale positieve en negatieve afwijking die op die waarde kan zitten. Bovendien kunt u kiezen tussen een Uniforme of een Gaussiaanse distributie van de afwijking. Als u dan vijf identieke transistoren naar uw tafelblad sleept, zullen deze alle vijf iets afwijkende specificaties hebben.

Defecte onderdelen invoeren
Een interessante optie van Edison5 is dat u onderdelen defect kunt maken. In het venster van het SPICE-model staat, helemaal onderaan, de parameter 'Fault'. U kunt hier bij een transistor selecteren tussen None, RB Open, RC Open, BE Short, BC Short, CE Short. Bij weerstanden en dergelijke onderdelen staan de opties Open en Short ter beschikking. Dit is natuurlijk een zeer interessante optie voor het onderwijs. De docent kan een schema invoeren en een of meerdere onderdelen op een specifieke manier defect maken. Nadien is het aan de studenten om door middel van metingen te achterhalen waar het foute onderdeel zit.

De aanwezige meetapparatuur

Als u het zou moeten kopen, was u duizenden euro's kwijt
Edison5 bevat een indrukwekkende hoeveelheid meetapparaten:

- Digitale meter voor gelijkspanning.
- Digitale meter voor gelijkstroom.

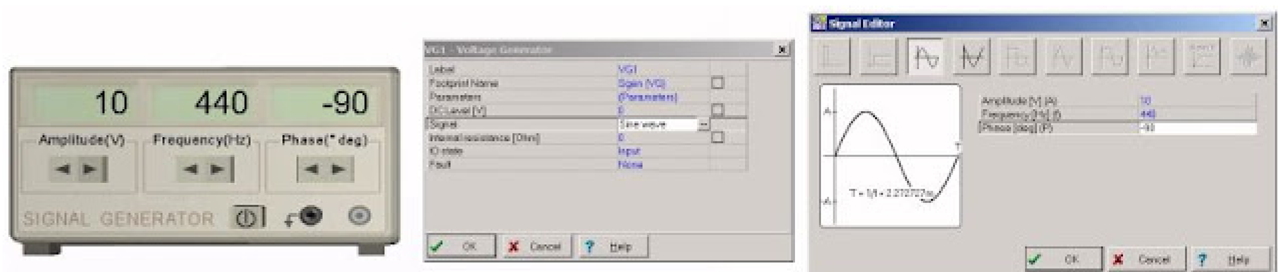
- Digitale meter voor weerstand.
- Digitale universeelmeter.
- Gelijkspanningsvoeding.
- Tweekanaals oscilloscoop.
- Signaal-analyser.
- Functiegenerator.

De knoppen kunt u bedienen met de muis, de meetresultaten verschijnen onmiddellijk in de display's.



Edison5 bevat een volledig uitgerust laboratorium. (© 2017 Jos Verstraten)

De meetapparatuur instellen
Net zoals bij de onderdelen kunt u, door op een meetinstrument te dubbelklikken, de instellingen van het apparaat wijzigen. Ook hier wordt rekening gehouden met starters en gevorderden. Door het dubbelklikken in het venster van het virtueel tafelblad kunt u alleen de basisinstellingen van het meetapparaat wijzigen. Doet u hetzelfde in het venster van de 'Schematic Analyser', dan kunt u de eigenschappen van het instrument heel gedetailleerd instellen. Als voorbeeld hebben wij in onderstaande figuur het instellingenvenster van de functiegenerator weergegegeven. In dit voorbeeld hebben wij gekozen voor een sinusuitgang en dan kunt u de amplitude, frequentie en fase instellen. De laatste selectie, User Defined, geeft u de mogelijkheid een Signal= f(t) formule in te voeren die de variatie van de uitgangssspanning in functie van de tijd beschrijft.

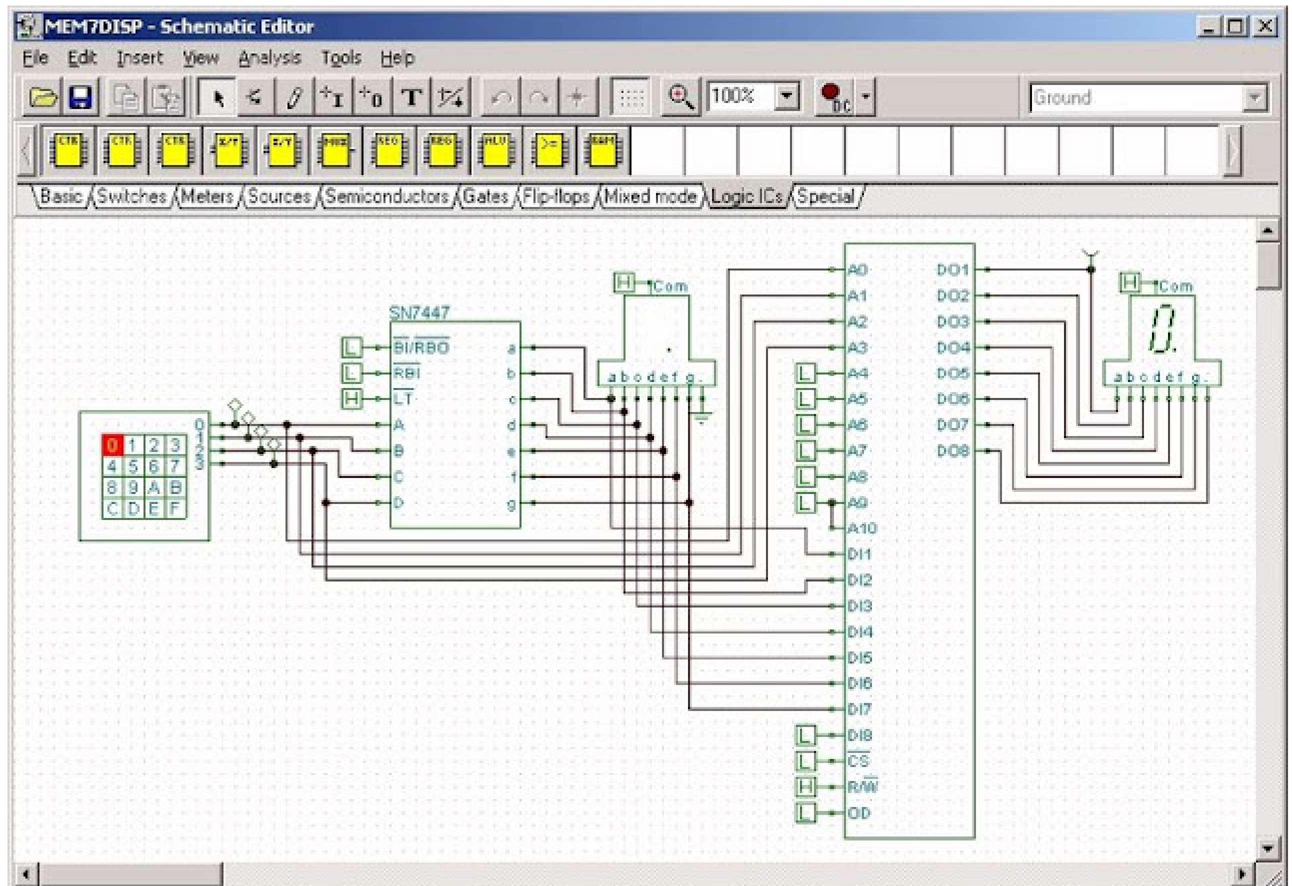


Het instellen van de uitgangsspanning van de functiegenerator. (© 2017 Jos Verstraten)

De Schematic Editor

Ingewikkelde schema's tekenen, testen en analyseren
Edison5 biedt de gevorderde elektronicus als extra de 'Schematic Editor'. U kunt er niet alleen complexe schakelingen mee tekenen, maar u kunt nadien een uitgebreid aantal analyses op uw schema loslaten. In de directory EXAMPLES vindt u 19 voorbeeldschema's die u kunt bekijken. De verschillen tussen het tekenen in de 'Schematic Analyser' en in de 'Schematic Editor' zijn groot. De Editor heeft bijvoorbeeld tien onderdelenbibliotheken met in totaal meer dan honderd analoge en digitale basisonderdelen. Wij noemen dit basisonderdelen, omdat bij de meeste onderdelen sub-onderdelen ter beschikking staan. Zo kunt u bij de digitale IC's kiezen tussen de TTL-, LS-, HC-, HCT-, S-, AS- en ALS-versies. Bij het basisonderdeel 'NPN Bipolar Transistor' kunt u uit niet minder dan 1.061 typenummers

kiezen! Het zal wel duidelijk zijn, met deze 'Schematic Editor' tekent, evalueert en test u uw ingewikkelder schema's. Bovendien moet u ook veel meer kennis van elektronica in huis hebben om iets zinnig met deze editor te kunnen doen.



Met de 'Schematic Editor' kan de gevorderde elektronicus ingewikkelde schema's tekenen, testen en evalueren. (© 2017 Jos Verstraten)

Analyses uitvoeren op uw schema's

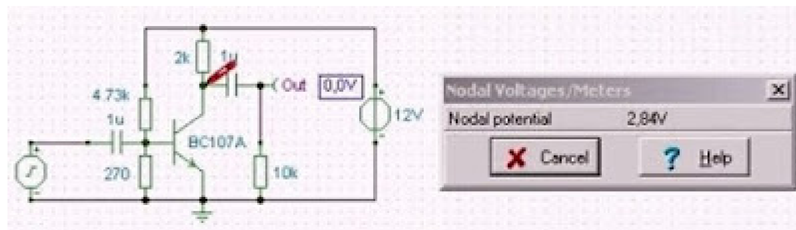
Zowel voor de starter als de gevorderde

Uiteraard beschikt de Schematic Editor over een hele reeks analyse-werktuigen die u op uw schema's kunt loslaten. Ook hier geldt dat er analyses ter beschikking staan aan de starter en er analyses zijn voor de gevorderde. Een starter zal bijvoorbeeld niet veel hebben aan een Bode-plot, omdat een dergelijk begrip nietszeggend is.

De DC Analyses

Edison5 heeft drie gelijkspanningsanalyses, die u op uw schakeling kunt toepassen:

- DC node spanning:
  Uw cursor wordt een meetpen waarmee u de gelijkspanning op alle knooppunten van uw schema kunt meten.
- DC transfer karakteristiek:
  Geeft het verloop van de gelijkspanning op de uitgang in functie van de gelijkspanning op de ingang.
- Temperatuur analyse:
  Geeft de gelijkspanning op de uitgang in functie van de omgevingstemperatuur.

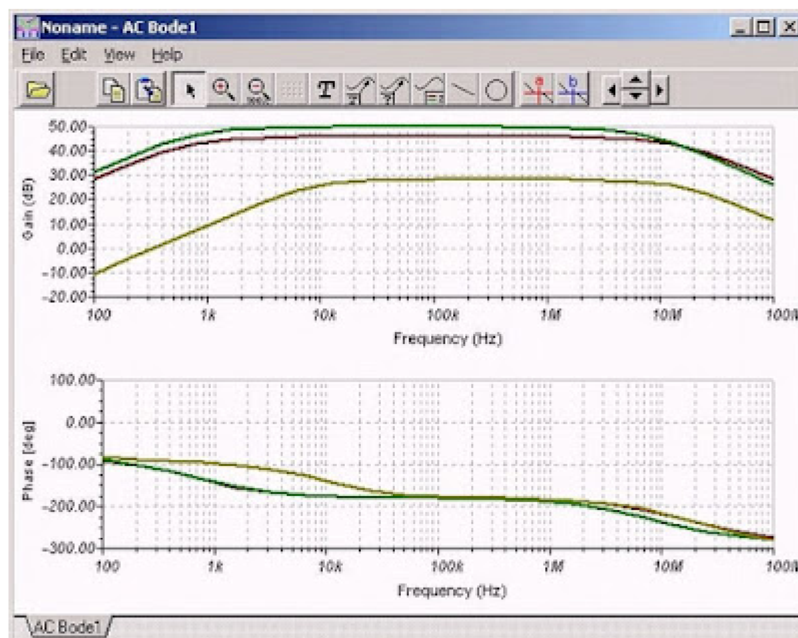


Met 'DC Node Voltage' kunt u gelijkspanning op alle punten van uw schema meten. (© 2017 Jos Verstraten)

De AC Analyses
Edison5 heeft vier wisselspanningsanalyses ter beschikking:

- AC node spanning:
  Uw cursor wordt een meetpen, waarmee u de signaalspanning op alle nodes van uw schema kunt meten.
- AC transfer karakteristiek:
  Geeft de amplitude-, fase-, Bode-, Nyquist- en groepvertraging-karakteristieken tussen een start- en een eindfrequentie.
- AC time functie:
  Geeft het verloop van de signaalspanningen op diverse punten in functie van de tijd.
- AC transiënt analyse:
  Geeft het verloop van de uitgangsspanning in functie van de tijd als respons op een pulsspanning aan de ingang.

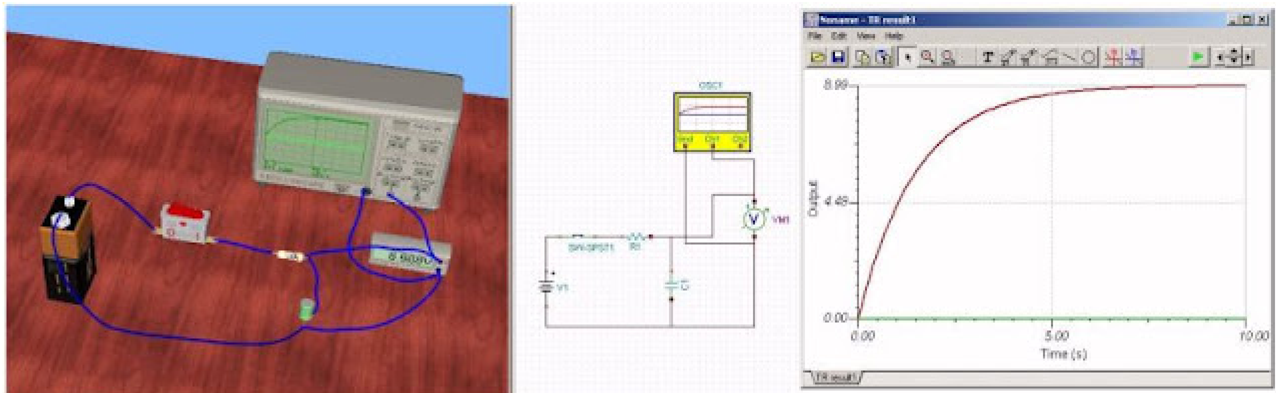
Een bode-diagram maken
In onderstaande figuur hebben wij als voorbeeld het Bode-diagram van een tweetraps transistorversterker opgemeten. Deze grafiek geeft de versterking (in dB) en het faseverloop van de uitgangsspanning in functie van de frequentie van het ingangssignaal. In dit voorbeeld meten wij de spanningen op drie punten (dit kunt u in het schema heel gemakkelijk aangeven) en er worden dan ook drie grafieken in verschillende kleuren getekend.



Versterking en fase in functie van de frequentie. (© 2017 Jos Verstraten)

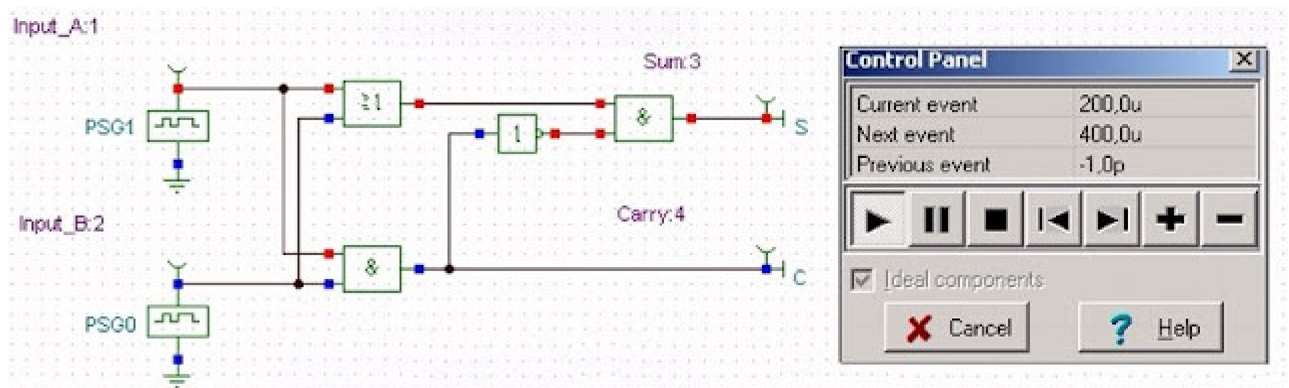
Transiënt analyse
Met de transiënt analyse kunt u bijvoorbeeld mooi het opladen van een condensator via een weerstand observeren. Bouw het onderstaand schema op en klik op de pijl naast het menu 'Run analysis'. Bij de 'options' stelt u een analysetijd van 10 in. Als u nu de schakelaar in het schema bedient ziet u op het scherm van de oscilloscoop hoe de condensator wordt opgeladen. U krijgt deze oplaadcurve in een eigen venstertje in beeld door met de cursor

over de scope te bewegen. Op een bepaald moment verandert de cursor in een drag-symbool, klik dan met de rechter muisknop.



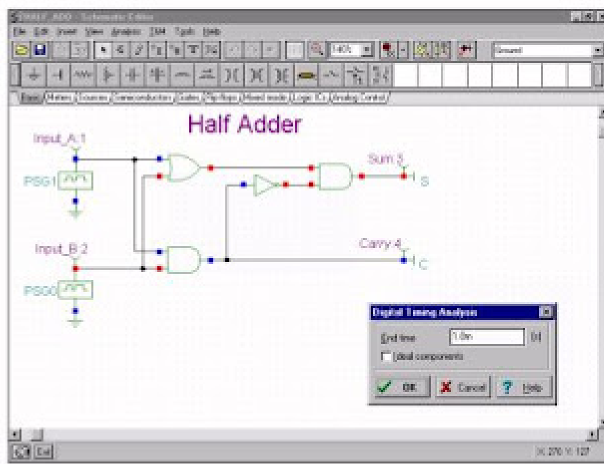
Het opladen van een condensator in een eigen venstertje op uw scherm.
(© 2017 Jos Verstraten)

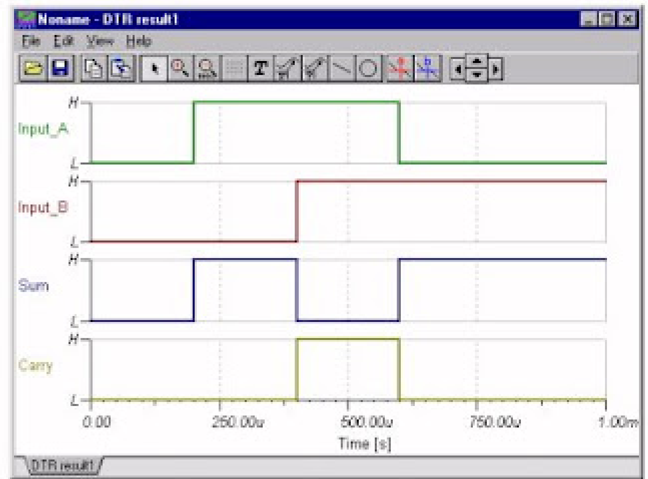
De digitale step-by-step analyse
Met de step-by-step analyse ziet u welke punten van uw digitale schakeling 'L' of 'H' zijn na iedere tijdstap. U kunt alle stappen van een cyclus automatisch afspelen of handmatig alle stappen van de cyclus doorlopen. 'L' wordt weergegeven door blauwe vierkantjes, 'H' door rode. In onderstaande figuur hebben wij even snel in de 'Schematic Editor' een half adder getekend en er deze analyse op toegepast.



Met de digitale step-by-step analyse kunt u het signaalverloop in digitale schakelingen volgen. (© 2017 Jos Verstraten)

De digitale timing analyse
Edison5 heeft uiteraard een meerkanaals logische analyser, waarmee u het onderlinge signaalverloop in uw digitale schakelingen kunt analyseren. U zet in de 'Schematic Editor' op de gewenste punten een 'Test Point', definieert of dit punt een in- of een uitgang is en wijst er een naam aan toe. Deze 'Test Points' zijn verborgen in de tab 'Meters' in het venster van de 'Schematic Editor'. Via het menu 'Analysis' en de optie 'Digital Timing Analysis' krijgt u het onderstaand plaatje op uw scherm. Uniek is dat u kunt kiezen voor ideale of niet-ideale componenten. In het laatste geval wordt rekening gehouden met de vertragingen die u bij het configureren van de onderdelen hebt ingesteld. Op deze manier worden spikes in de signalen goed zichtbaar.





Met de digitale timing analyse kunt u de waarheidstabel van een digitale schakeling weergeven. (© 2017 Jos Verstraten)

Werken met PIC's

Een knipperlicht schakeling met een PIC
PIC's zijn microcontrollers van het merk Microchip. Die naam is zo ingeburgerd dat het een soortnaam is geworden voor programmeerbare chip's. Het is de bedoeling dat u de PIC zo programmeert dat hij vier LED's als een looplicht aanstuurt. Selecteer uit de onderdelenbibliotheek de PIC met als typenummer PIC16F88. Het noodzakelijke schemaatje hebt u uiteraard in een minuutje of vijf in elkaar 'gesoldeerd'.

De flowchart opstellen
Vervolgens moet u de PIC programmeren. Klik op het pijltjessymbool in de menubalk van het linker venster, selecteer daar 'Transient Continuous' en klik vervolgens op de menuknop rechts naast het pijltje. In een nieuw venster verschijnt de 'TINA MCU Debugger', waarin u de flowchart van het programma in een-twee-drie kunt samenstellen. Dat uiteraard in de veronderstelling dat u iets afweet van het programmeren van PIC's.

Het programma testen
Klik tot slot op de 'Afspeelknop' in de menubalk van de Debugger. Edison5 gaat nu continu het programma doorlopen en als u geen fouten hebt gemaakt ziet u de ver LED'jes keurig een na een oplichten.

Het samenstellen van een LED-looplicht met een PIC van het type PIC16F88.
(© 2017 Jos Verstraten)

Overige functie van Edison5

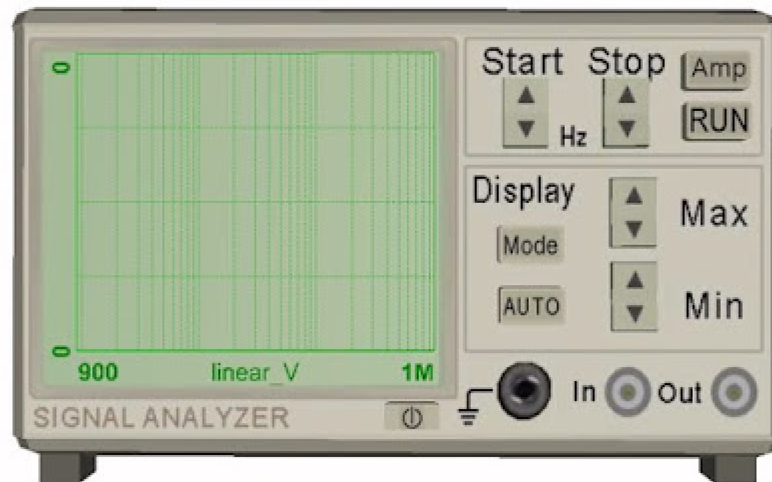
Dit is nog maar het begin...
Wat tot nu toe beschreven is aan mogelijkheden van Edison5 geeft u uren en uren plezier voor het scherm. We hebben echter nog slechts een deel van de specificaties van dit wonderbaarlijk stukje software besproken. In de volgende paragrafen zetten wij nog een paar highlights van dit programma in het zonnetje.

Macro's opnemen en afspelen
Een voor het onderwijs zeer nuttige functie van Edison5 is dat u alle handelingen die u in het programma uitvoert kunt opnemen in een macro. Deze macro kunt u nadien weer afspelen en verschijnt als een soort videofilmpje op het scherm. Een zeer interessante optie om saaie elektriciteitslessen wat dynamischer te maken!

Equation Editor
Edison5 werkt uiteraard intern op een wiskundige manier. Het programma evalueert het door u getekende schema en stelt aan de hand van deze analyse een wiskundige formule op, die bijvoorbeeld het verloop van een spanning geeft in functie van de tijd. Dank zij de 'Equation Editor' kunt u deze formule bekijken, aanpassen en exporteren. U kunt de formule ook kopiëren naar het klembord van Windows en via paste in uw favoriete tekstverwerken inplakken. Zoals u weet is het schrijven van wiskundige formules in een tekstverwerker een moeilijke klus. Edison5 maakt het u dus wel erg gemakkelijk!

De signal-analyser
Een signal-analyser bevat een sinusgenerator en een soort van oscilloscoop. De sinusgenerator levert geen constante frequentie, maar scant een bepaald frequentiebereik, bijvoorbeeld van 10 Hz tot 20 kHz. Dit signaal verschijnt op de uitgang van de analyser en u legt het aan de ingang van een schakeling. De ingang van het apparaat sluit u aan op de uitgang van de schakeling. In de analyser zit een gelijkrichter en een logaritmische omvormer die het gemeten signaal omzetten in een dB-waarde. Op het scherm verschijnt de grootte van deze gemeten dB-spanning in functie van de frequentie dat de signal-analyser levert. Kortom: met een dergelijk apparaat kunt u razendsnel de amplutude/frequentie-karakteristiek van een schakeling opmeten! In de échte wereld zijn dergelijke apparaten peperduur, maar de

frequentie-analyser van Edison5 staat gratis ter uwer beschikking.



Met de signal-analyser neemt u snel weergavekarakteristieken op.
(© 2017 Jos Verstraten)

Problemen oplossen
Edison5 wordt geleverd met een aantal 'Problems'. Dat zijn schakelingen waar bewust een fout in is aangebracht of schakelingen waarover vragen worden gesteld. Via een scorelijst wordt bijgehouden hoeveel vragen goed of fout worden beantwoord. U kunt kiezen uit 14 voorbeelden. De 'Problems' zijn handige hulpmiddelen voor het testen van de kennis van iemand die nét de basisprincipes van de elektriciteit en de elektronica begint te ontdekken.

Zélf 'Problems' samenstellen
Met Edison5 kunt u zélf dergelijke 'Problems' ontwerpen. Het gaat te ver om de procedure hier tot in de details te beschrijven, in de Help van het programma staat een duidelijke Engelse stap-na-stap beschrijving. In het kort komt het op het volgende neer:

- Maak voor ieder probleem uit de set een schakeling (.CIR file);
- Schrijf een source file voor de set (.SRP file);
- Compileer dit bestand met het programma PROBLEMS.EXE tot een .PRB file.

U schrijft de source file met een zuivere ASCII tekstverwerker, zoals Kladblok.